

10 Rec

25 JUN 2004

MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGIAOficina Española  
de Patentes y Marcas

# CERTIFICADO OFICIAL

Por la presente certifico que los documentos adjuntos son copia exacta de la solicitud de PATENTE de INVENCION número 200200006, que tiene fecha de presentación en este Organismo el 2 de Enero de 2002.

Madrid, 21 de febrero de 2003

El Director del Departamento de Patentes  
e Información Tecnológica.

P.D.

M. MADRUGA

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y  
MARCAS

INSTANCIA DE SOLICITUD DE:

☒ PATENTE DE INVENCION ☐ MODELO DE UTILIDAD

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| (1)<br><input type="checkbox"/> SOLICITUD DE ADICION<br><input type="checkbox"/> SOLICITUD DIVISIONAL<br><input type="checkbox"/> CAMBIO DE MODALIDAD<br><input type="checkbox"/> TRANSFORMACION SOLICITUD EUROPEA   |  | (2) EXPED. PRINCIPAL O DE ORIGEN<br>MODALIDAD<br>NUMERO SOLICITUD<br>FECHA SOLICITUD<br>MODALIDAD<br>NUMERO SOLICITUD<br>FECHA SOLICITUD         |  | NUMERO DE SOLICITUD<br><b>P200200006</b>   |  |
|  |  |  |  | FECHA Y HORA DE PRESENTACION EN O.E.P.M.<br><b>02 ENE -2 17:37</b>   |  |
|  |  |  |  | FECHA Y HORA DE PRESENTACION EN LUGAR DISTINTO O.E.P.M.  |  |
| (3) LUGAR DE PRESENTACION<br><b>Madrid</b>   |  | CODIGO<br><b>28</b>  |  |  |  |
| (4) SOLICITANTES(S)<br><b>UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID<br/>IBERDROLA GENERACION</b>   |  | APELLIDOS O DENOMINACION JURIDICA  |  | NOMBRE<br><b>Q-2818015-F<br/>A-95-075586</b>   |  |
| (5) DATOS DEL PRIMER SOLICITANTE<br>DOMICILIO <b>Avda. Ramiro de Maeztu, 7</b><br>LOCALIDAD <b>Madrid</b><br>PROVINCIA <b>Madrid</b><br>PAIS RESIDENCIA <b>España</b><br>NACIONALIDAD <b>Española</b>  |  | TELEFONO <b>91-336 61 92</b><br>CODIGO POSTAL <b>28040</b><br>CODIGO PAIS <b>ES</b><br>CODIGO NACION <b>ES</b>                                   |  |  |  |
| (6) INVENTORES<br><b>MORENO GOMEZ<br/>MONTERO ORTEGO</b>   |  | (7) <input type="checkbox"/> EL SOLICITANTE ES EL INVENTOR<br><input checked="" type="checkbox"/> EL SOLICITANTE NO EL INVENTOR O UNICO INVENTOR |  | (8) MODO DE OBTENCION DEL DERECHO<br><input checked="" type="checkbox"/> INVENC. LABORAL <input type="checkbox"/> CONTRATO <input type="checkbox"/> SUCESION   |  |
| APELLIDOS  |  | NOMBRE   |  | NACIONALIDAD   |  |
| <b>DIEGO ALEJANDRO<br/>FELIPE</b>  |  | <b>ESPAÑOLA<br/>ESPAÑOLA</b>   |  | <b>ES<br/>ES</b>   |  |
| (9) TITULO DE LA INVENCION<br><b>PROCEDIMIENTO DE BIORREMEDIACION PARA LA CONCENTRACION Y ELIMINACION DE RADIONUCLIDOS EN LAS AGUAS RADIATIVAS DE LAS PISCINAS NUCLEARES</b>   |  |  |  |  |  |
| (10) INVENCION REFERENTE A PROCEDIMIENTO MICROBIOLOGICO SEGUN ART. 25.2 L.P. <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO  |  |  |  |  |  |
| (11) EXPOSICIONES OFICIALES<br>LUGAR<br>FECHA  |  |  |  |  |  |
| (12) DECLARACIONES DE PRIORIDAD<br>PAIS DE ORIGEN<br>COD PAIS<br>NUMERO<br>FECHA   |  |  |  |  |  |
| (13) EL SOLICITANTE SE ACOGE A LA EXENCION DE PAGO DE TASAS PREVISTA EN EL ART. 162 L.P. <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO  |  |  |  |  |  |
| (14) REPRESENTANTE<br>DOMICILIO  |  | APELLIDOS  |  | NOMBRE<br>CODIGO   |  |
| LOCALIDAD  |  | PROVINCIA  |  | COD. POSTAL  |  |
| (15) RELACION DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN<br><input checked="" type="checkbox"/> DESCRIPCION. N° DE PAGINAS..... 4<br><input checked="" type="checkbox"/> REIVINDICACIONES. N° DE PAGINAS. 1<br><input checked="" type="checkbox"/> DIBUJOS. N° DE PAGINAS.....<br><input checked="" type="checkbox"/> RESUMEN<br><input type="checkbox"/> DOCUMENTO DE PRIORIDAD<br><input type="checkbox"/> TRADUCCION DEL DOCUMENTO DE PRIORIDAD |  |  |  | FIRMA DEL FUNCIONARIO<br>FIRMA DEL SOLICITANTE O REPRESENTANTE   |  |
| (16) NOTIFICACION DE PAGO DE LA TASA DE CONCESION  |  |  |  | Se le notifica que esta solicitud se considerará retrada si no procede al pago de la tasa dence-<br>sion; para el pago de esta tasa dispone de tres meses a contar desde la publicación del anuncio de<br>la concesión en el BOPI, más los diez días que establece el art. 81 del R.D. 10-10-86. |  |

1. U.E.P.M. Expediente



# PATENTE

## RESUMEN Y GRAFICO

NUMERO DE SOLICITUD  
**P20 020 0006**

FECHA DE PRESENTACION

RESUMEN (Máx. 150 palabras)

### PROCEDIMIENTO DE BIORREMEDIACIÓN PARA LA CONCENTRACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RADIONÚCLIDOS EN LAS AGUAS RADIATIVAS DE LAS PISCINAS NUCLEARES

El procedimiento de concentración y eliminación de radionúclidos en las aguas radiactivas de las piscinas nucleares que se presenta se basa en la capacidad que tienen los microorganismos para retener radionúclidos cuando crecen formando biopelículas sobre las superficies que colonizan. Este proceso, conocido como biorremediación, hasta la fecha no se ha utilizado en la zona de contención de las centrales nucleares. El sistema actual de clarificación de las aguas radiactivas en las piscinas nucleares se realiza con un sistema de filtros desmineralizadores que cuando finalizan su vida útil generan un importante volumen de material radiactivo a gestionar. El procedimiento que se presenta mediante biorremediación, llevado a cabo delante de estos filtros, prolonga la vida de los mismos y por tanto es necesario gestionar menos residuos radiactivos aumentando la rentabilidad económica del proceso.

GRAFICO



|                    |            |   |
|--------------------|------------|---|
| DATOS DE PRIORIDAD |            |   |
| (31) NUMERO        | (32) FECHA | (33) PAIS   |
|                    |            | A1 (12) <b>PATENTE DE INVENCION</b>                 |
|                    |            | (21) NUMERO DE SOLICITUD<br><b>P20 020 0006</b>     |
|                    |            | (22) FECHA DE PRESENTACION<br><i>02 enero, 2002</i> |

|   |                          |
|---|--------------------------|
| (71) SOLICITANTE (S)<br>UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID<br>IBERDROLA GENERACION<br><br>DOMICILIO Avda. Ramiro de Maeztu, 7<br>Madrid 28040 Madrid | NACIONALIDAD<br>Española |
|---|--------------------------|

|  |
|--|
| (72) INVENTOR (ES) MORENO GOMEZ<br>MONTERO ORTEGO<br><br>FELIPE<br><br>DIEGO ALEJANDRO |
|--|

|                   |
|-------------------|
| (73) TITULAR (ES) |
|-------------------|

|  |                           |  |   |
|--|---------------------------|--|---|
| (11) N.º DE PUBLICACION  | (45) FECHA DE PUBLICACION | (62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA | GRAFICO (SOLO PARA INTERPRETAR RESUMEN) |
| (51) Int. Cl.  |                           |  |   |
| (54) TITULO<br><br>PROCEDIMIENTO DE BIORREMEDIACION PARA LA<br>CONCENTRACION Y ELIMINACION DE RADIONUCLIDOS EN LAS<br>AGUAS RADIATIVAS DE LAS PISCINAS NUCLEARES |                           |  |   |

|  |
|--|
| (57) RESUMEN (APORTACION VOLUNTARIA, SIN VALOR JURIDICO) |
|--|

**PROCEDIMIENTO DE BIORREMEDIACIÓN PARA LA CONCENTRACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RADIONÚCLIDOS EN LAS AGUAS RADIATIVAS DE LAS PISCINAS NUCLEARES**

El procedimiento de concentración y eliminación de radionúclidos en las aguas radiactivas de las piscinas nucleares que se presenta se basa en la capacidad que tienen los microorganismos para retener radionúclidos cuando crecen formando biopelículas sobre las superficies que colonizan. Este proceso, conocido como biorremediación, hasta la fecha no se ha utilizado en la zona de contención de las centrales nucleares. El sistema actual de clarificación de las aguas radiactivas en las piscinas nucleares se realiza con un sistema de filtros desmineralizadores que cuando finalizan su vida útil generan un importante volumen de material radiactivo a gestionar. El procedimiento que se presenta mediante biorremediación, llevado a cabo delante de estos filtros, prolonga la vida de los mismos y por tanto es necesario gestionar menos residuos radiactivos aumentando la rentabilidad económica del proceso.

## TÍTULO

Procedimiento de biorremediación para la concentración y eliminación de radionúclidos en las aguas radiactivas de las piscinas nucleares.

5

## SECTOR TÉCNICO AL QUE SE REFIERE LA INVENCION

Industria Nuclear, Gestión de Residuos Radiactivos, Tratamientos de Aguas Contaminadas.

10

## EXPOSICIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

15 Durante los últimos años se han venido desarrollando procedimientos de biorremediación consistentes en la utilización de microorganismos para la recuperación de ambientes contaminados. Principalmente los esfuerzos han ido encaminados a la restauración de suelos contaminados con productos químicos, tóxicos o peligrosos usando microorganismos; de esta forma se ha ido implantando el concepto de biorremediación. No obstante, la utilización de microorganismos para la recuperación del medio ambiente se viene llevando a cabo desde hace más de sesenta años para la depuración de aguas 20 residuales. Adicionalmente también se han desarrollado procesos de biorremediación aplicados a la gestión de residuos radiactivos en repositorios definitivos pero nunca dentro del área de contención de una central nuclear, objeto del procedimiento que cubre la presente patente.

25

Las piscinas para el almacenamiento de combustible nuclear gastado tienen la finalidad de “enfriar” el combustible gastado que procede del reactor y que tras su utilización todavía posee alta radiactividad e importante generación de calor. A pesar de que el agua de las piscinas nucleares actúa como blindaje eficaz contra la radiación, en las proximidades a las mismas se presentan niveles considerables a los que son expuestos los trabajadores de la 30 central. El propósito del procedimiento que se describe a continuación es bajar los niveles

de contaminación radiactiva del agua de las piscinas nucleares y en consecuencia disminuir el nivel de radiación próxima a las mismas y las tasas de exposición.

5 Actualmente las aguas radiactivas de las piscinas nucleares se tratan por un sistema de filtros desmineralizadores, a base de resinas intercambiadoras de iones, que tienen la misión de retener las sustancias disueltas y en suspensión que pueda arrastrar el agua, tales como productos de fisión, corrosión, etc. con lo que se consigue una mayor claridad del agua y una considerable disminución de la radiactividad en las zonas circundantes a las piscinas. Con el paso del tiempo la vida útil de las resinas se termina y es necesario embidonarlas y 10 tratarlas como residuos radiactivos. Con el procedimiento que se presenta por biorremediación se retienen los radionúclidos del agua radiactiva antes de que lleguen a las resinas de los filtros desmineralizadores y por lo tanto se aumenta su vida útil y en consecuencia se disminuye el volumen del material radiactivo a gestionar. El material utilizado para el procedimiento que se patenta, al contrario que las resinas, se puede 15 descontaminar y gestionar como material no radiactivo.

#### EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

20 Para llevar a cabo la concentración y eliminación de radionúclidos citada anteriormente en las aguas radiactivas de las piscinas nucleares se ha ideado un procedimiento de biorremediación completamente innovador y que se aplica en el proceso del tratamiento de las aguas de las piscinas, previamente a su vuelta a las mismas.

25 En este procedimiento, el agua radiactiva a tratar procedente de las piscinas nucleares se hace pasar por un biorreactor que contiene un ovillo o madeja de titanio, acero inoxidable o cualquier otro material no corrosivo ni degradable en este ambiente y que sea capaz de ser colonizado por los microorganismos existentes en dichas aguas. A su paso por el biorreactor, el agua radiactiva a tratar entra en contacto con el material del ovillo o madeja 30 dispuesto en su interior, formándose una biopelícula que retiene los radionúclidos. Los microorganismos son capaces de retener los radioisótopos presentes en el agua de las

piscinas mediante uno o más de los siguientes mecanismos: bioadsorción, bioabsorción, bioacumulación, biosolubilización, bioprecipitación.

5 A continuación, el agua sale por el extremo opuesto al de entrada en flujo continuo y antes de volver a la piscina se hace pasar por el sistema de filtros desmineralizadores.

Finalmente, el material del biorreactor es reemplazado por material fresco. La biopelícula que coloniza el material y que retiene los radionúclidos, es económicamente eliminada por cualquier procedimiento convencional de descontaminación radioquímica de materiales y los radionúclidos se pueden concentrar en un volumen pequeño de eluyente para su recuperación, disposición final o contención. A continuación, el material del biorreactor puede ser gestionado como material no radiactivo. Ambos procesos, la concentración de los radionúclidos en un reducido volumen, y la gestión de los materiales utilizados como no radiactivos contribuyen a la rentabilización económica del procedimiento.

15 El tipo y tamaño del biorreactor, el caudal de agua radiactiva circulante a tratar y la periodicidad de eliminación de la biopelícula están condicionados a las especificidades de cada una de las plantas de tratamiento de aguas en la zona caliente de las distintas centrales nucleares.

20 El primer objeto de este procedimiento consiste en aprovechar la capacidad que tienen algunos de los microorganismos presentes en las aguas radiactivas de las piscinas para colonizar el material dispuesto en el interior del biorreactor. Estos microorganismos que no se pueden cultivar ni manipular en el laboratorio se conocen en la bibliografía técnica como  
25 VBNC (viables pero no cultivables).

Con el fin de acelerar el procedimiento de concentración de radionúclidos, un segundo objeto de este procedimiento consiste en cultivar previamente en el laboratorio el material que constituye el ovillo o artificio similar citado anteriormente en presencia de un  
30 microorganismo, o una mezcla de ellos, aislados previamente del agua radiactiva a tratar.

## EXPOSICIÓN DETALLADA DE AL MENOS UN MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

- 5 La primera parte del procedimiento consiste en la preparación del material que se introducirá en el biorreactor. Este material, por ejemplo de acero inoxidable, trenzado a partir de virutas del mismo en forma de ovillo o madeja de 20 g y con una superficie de exposición de  $0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ , se desengrasa con acetona en baño de ultrasonidos. A continuación se esteriliza en autoclave a  $121^\circ \text{C}$  durante 15 minutos. En condiciones
- 10 asépticas los ovillos se introducen en el biorreactor cilíndrico, fabricado en acero inoxidable de 250 mm de altura y 90 mm de diámetro, constando en su parte inferior de una conexión para la entrada del agua y en la superior de otra para la salida. El siguiente paso en este procedimiento consiste en hacer pasar mediante una bomba un caudal medio de 3 metros cúbicos hora de agua radiactiva procedente de una piscina para el almacenamiento
- 15 de combustible nuclear gastado, en cuya composición cualitativa isotópica habitual se presentan  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{65}\text{Zn}$  y  $^{54}\text{Mn}$ . A partir de ese momento el material del biorreactor empieza a ser colonizado por los microorganismos presentes en las aguas radiactivas y comienzan a retener los radionúclidos presentes en las mismas. Este procedimiento aplicado a una central nuclear de tipo BWR (reactor de agua en ebullición),
- 20 donde se ha realizado el prototipo experimental permite fundamentalmente la concentración y posterior eliminación del radionúclido  $^{60}\text{Co}$ .



## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de biorremediación caracterizado por realizar la concentración y eliminación de radionúclidos en las aguas radiactivas de las piscinas nucleares.

5

2. Procedimiento de biorremediación para la concentración y eliminación de radionúclidos en las aguas radiactivas de las piscinas nucleares según reivindicación 1 caracterizado por un biorreactor que contiene un ovillo, madeja o arteificio similar de titanio, acero inoxidable o cualquier otro material no corrosivo ni degradable por el agua radiactiva de las piscinas nucleares y capaz de ser colonizado por los microorganismos existentes en dichas aguas.

10

3. Procedimiento de biorremediación para la concentración y eliminación de radionúclidos en las aguas radiactivas de las piscinas nucleares según reivindicaciones 1 y 2 caracterizado porque el agua radiactiva a tratar, a su paso por el biorreactor, entra en contacto con el material dispuesto en el interior del biorreactor, formándose una biopelícula que retiene los radionúclidos.

15

4. Procedimiento de biorremediación para la concentración y eliminación de radionúclidos según reivindicaciones 1 y 2 caracterizado porque el material que constituye el ovillo o arteificio similar se puede cultivar previamente en el laboratorio en presencia de microorganismos aislados previamente del agua radiactiva a tratar para acelerar el proceso de concentración de radionúclidos.

20

25

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**